

Análisis y mapeo de los factores ambientales asociados a la mortalidad en Canarias

5º CURSO, GRADO EN FARMACIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Área de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Ciencias de la Salud.

CURSO 2023-2024



AUTORA: Rania Mohamed Aalou

TUTORA: Itahisa Marcelino Rodríguez

ÍNDICE

ABREVIATURAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS	9
MATERIAL Y MÉTODOS	10
Diseño y procedimiento	10
Población de estudio	10
Variables analizadas:	11
Variables relacionadas con la población de estudio	11
Factores de riesgo ambiental	11
Análisis estadístico	13
RESULTADOS:	14
Descripción de la cohorte CDC de Canarias	14
Factores de riesgo ambiental estudiados en las Islas Canarias	16
1. Contaminación del aire	16
2. Contaminación del suelo	19
3. Contaminación del agua	20
DISCUSIÓN:	22
Limitaciones:	24
Perspectivas de futuro:	24
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXO	30

Número de páginas de la memoria	34
Número de palabras totales de la memoria sin contar resumen, abstract, pie de tablas o figuras y referencias	3582
Número de palabras de resumen	247
Número de palabras de abstract	230

ABREVIATURAS

CDC: Cardiovascular, Diabetes y Cáncer

PM₁₀: Material particulado (Tamaño entre 2.5 y 10 micras)

PM_{2.5}: Material particulado (tamaño inferior a 2.5 micras)

CO: Monóxido de Carbono

NO₂: Dióxido de nitrógeno

SO₂: Dióxido de azufre

O₃: Ozono

GIS/SIG : Sistema de Información Geográfica

OMS: Organización Mundial de la Salud

ECV: Enfermedades Cardiovasculares

NO_x: Óxidos de nitrógeno

COVs: Compuestos orgánicos volátiles

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

ADN: Ácido desoxirribonucleico

NIH: Institutos Nacionales de Salud

IGME: Instituto Geológico y Minero de España

HUNSC: Hospital Universitario Nuestra Señora De Candelaria

IRA: Infección respiratoria aguda

RESUMEN

Introducción: La influencia de los factores ambientales en la salud y longevidad de las poblaciones es notable. En Canarias, la particular geografía volcánica y la variabilidad climática resaltan la importancia de estos elementos en los patrones de mortalidad. Este estudio tiene como objetivo principal analizar los determinantes ambientales que afectan la salud de la población canaria, empleando técnicas de mapeo y distribución espacial de factores de riesgo y enfermedades.

Metodología: Se empleó una metodología basada en el análisis de datos de la Cohorte CDC de Canarias, con una población general reclutada desde el año 2000 y con seguimiento hasta la actualidad. Las defunciones, documentadas desde 2001 hasta 2019, fueron obtenidas de los registros del Instituto Nacional de Estadística. Los factores de riesgo y determinantes de salud ambiental fueron georreferenciados para su visualización mediante sistemas de información geográfica (SIG), lo que facilitó el análisis espacial de la morbimortalidad.

Resultados y discusión: A lo largo del periodo estudiado, se registraron 464 fallecimientos. Las causas principales de muerte fueron, cáncer (34%), enfermedades cardiovasculares (ECV) (25%), afecciones endocrinas y metabólicas (10%) y enfermedades del aparato respiratorio. La mayoría de los fallecidos fueron hombres (58.9%), y la edad promedio al momento del deceso fue de aproximadamente 70 años. Se observaron altas concentraciones de radón en ciertas áreas de Tenerife y Gran Canaria, junto con una distribución heterogénea de contaminantes como PM₁₀, PM_{2.5}, CO, NO₂, NO₃, O₃.

Conclusión: Los SIG son herramientas eficaces para analizar los determinantes de salud y la distribución heterogénea de enfermedades y mortalidad.

Palabras clave: Factores Ambientales, Canarias, Mapeo, Medio Ambiente, SIG, Morbimortalidad

ABSTRACT

Introduction: The influence of environmental factors on the health and longevity of populations is relevant. In Canary Islands, the unique volcanic geography and climatic variability underscore the importance of these elements in mortality patterns. This study aims to analyze the environmental determinants affecting the health of the Canarian population, using mapping techniques and spatial distribution of risk factors and diseases.

Methodology: A methodology based on the analysis of data from the CDC Cohort of the Canary Islands, with a general population recruited since 2000 and followed up to the present, was employed. Deaths, documented from 2001 to 2019, were obtained from the National Institute of Statistics records. Environmental risk factors and determinants of health were georeferenced for visualization using geographic information systems (GIS), facilitating spatial analysis of morbidity and mortality.

Results and Discussion: Over the study period, 464 deaths were recorded. The leading causes of death were cancer (34%), cardiovascular diseases (CVD) (25%), endocrine and metabolic conditions (10%), and respiratory diseases. Most of the deceased were men (58.9%), and the average age at death was approximately 70 years. High concentrations of radon were observed in certain areas of Tenerife and Gran Canaria, along with a heterogeneous distribution of pollutants such as PM10, PM2.5, CO, NO2, NO3, O3.

Conclusion: GIS are effective tools for analyzing health determinants and the heterogeneous distribution of diseases and mortality.

Keywords: Environmental Factors, Canary Islands, Mapping, Environment, GIS, Morbidity, Mortality

INTRODUCCIÓN

La salud ambiental incluye factores químicos, físicos, biológicos y sociales que afectan la salud, excluyendo aspectos genéticos e intrínsecos del individuo (1). Es crucial reconocer que la salud está directamente conectada al entorno, incluyendo la calidad del aire, agua, suelo, condiciones laborales y ambientes interiores (2). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un 24% de la carga global de morbilidad y un 23% de todas las muertes son atribuibles a factores ambientales, lo que representa unas 12.6 millones de muertes anuales con distribución desigual a nivel mundial (1). Las condiciones regionales específicas y las circunstancias de vida de la población afectan en cómo el entorno impacta en la salud (3).

La exposición a la contaminación del aire, asociada con estrés oxidativo e inflamación celular, puede contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas y cáncer (3). Se estima que la contaminación atmosférica antropogénica reduce la esperanza de vida en aproximadamente 1,7 años, que aumenta a 2,9 años al considerar fuentes como polvo del desierto o incendios naturales (4). Aunque tradicionalmente son vistas como un riesgo para la salud respiratoria, la investigación actual ha expandido las preocupaciones a incluir efectos en ECV, diabetes, obesidad, trastornos reproductivos, neurológicos e inmunológicos (3).

Los contaminantes del aire más significativos incluyen las partículas en suspensión como el PM_{10} y el $PM_{2.5}$, partículas con diámetros aerodinámicos de hasta 10 y 2.5 μm respectivamente. En Europa, estas partículas provienen principalmente de procesos de combustión y, en España, también de fuentes naturales como las del desierto del Sáhara debido a su ubicación geográfica (5). Estos contaminantes, junto con metales y algunos compuestos orgánicos, están asociados con un aumento del riesgo de ECV (6).

La inhalación de monóxido de carbono (CO) en altas concentraciones puede ser letal, mientras que la exposición a niveles más bajos puede causar daños permanentes al corazón y al cerebro, siendo especialmente peligrosa para personas con condiciones cardíacas o pulmonares preexistentes (7). Además, se ha observado que las mujeres embarazadas expuestas al CO durante las primeras ocho semanas de gestación tienen un riesgo elevado de defectos del tubo neural en el feto (3).

El dióxido de azufre (SO_2), generado principalmente por la quema de combustibles fósiles (8), ha sido un contaminante clave en Europa, aunque su impacto en la salud pública ha disminuido (9). Sin embargo, episodios de contaminación por SO_2 por encima de los niveles permitidos aún ocurren y pueden ser riesgosos, especialmente para individuos sensibles como ancianos, asmáticos y personas con enfermedades broncopulmonares. Incluso concentraciones menores a los límites pueden afectar significativamente la mortalidad por causas respiratorias y cardíacas (11).

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un gas comúnmente emitido durante la combustión de combustibles en los sectores del transporte e industria (8). Este gas se produce a altas temperaturas y puede transformarse en diferentes óxidos de nitrógeno (NO_x), que al interactuar con el ozono y otros compuestos oxidantes en la atmósfera, forman NO_2 .

Dada su toxicidad y prevalencia en áreas urbanas densamente pobladas, el NO₂ es crucial en estudios de contaminación ambiental (12). Su exposición prolongada puede causar problemas respiratorios debido a su naturaleza tóxica e irritante. Es particularmente dañino para personas con asma o alergias preexistentes, quienes son más susceptibles a bajas concentraciones del gas, al igual que los niños y las mujeres embarazadas (13,14). Además, el NO₂ contribuye indirectamente a la formación de PM_{2,5}, asociándose con enfermedades como autismo, fallos cardiovasculares, ictus, enfermedades renales y cáncer (13).

El ozono (O₃) es un gas fotoquímico oxidante, clasificado como contaminante secundario que se forma por la acción de la radiación solar sobre contaminantes primarios como el NO₂ y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Distinguir entre el ozono troposférico, que impacta la salud humana, y el estratosférico, protector contra la radiación ultravioleta, es crucial. La concentración de ozono aumenta en meses cálidos y soleados y varía desde concentraciones bajas en centros urbanos hasta altas en periferias. Este gas está vinculado a problemas respiratorios serios y a un aumento en el riesgo de mortalidad, relevante en estudios de salud ambiental (13). Un estudio publicado en la revista *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* por el Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental (CREAL) (15) muestra que por cada aumento de 10 ppb en la exposición al ozono, el riesgo de muerte por enfermedad pulmonar aumenta un 12%, por enfermedades cardiovasculares un 3%, y un 2% por todas las causas. Además, se encontraron mayores riesgos de muerte por diabetes (16%), arritmias, fallos cardíacos (15%) y EPOC (14%).

Entre los contaminantes del suelo, el radón es particularmente notable. Este gas radiactivo, que se origina por la desintegración del uranio en suelo y rocas (16), se libera al aire y al desintegrarse emite partículas radiactivas. Al ser inhaladas, estas partículas dañan el ADN de las células en las vías respiratorias, aumentando el riesgo de cáncer de pulmón (17), una de las principales causas de esta enfermedad (18). Se estima que entre el 3% y el 14% de los casos de cáncer de pulmón a nivel nacional se deben al radón (15), y el riesgo aumenta en fumadores por la interacción sinérgica entre el radón y el tabaquismo.

Los nitratos son contaminantes destacados del agua, y su presencia en aguas naturales representa un problema significativo tanto a nivel nacional como internacional (3). En Canarias, la alta concentración de nitratos en los acuíferos se atribuye al uso inadecuado de fertilizantes agrícolas y a una deficiente gestión de residuos de explotaciones ganaderas (19). Esta concentración elevada es especialmente perjudicial para la salud de grupos vulnerables, como embarazadas y lactantes (20), ya que un exceso de nitratos puede convertir la hemoglobina en metahemoglobina, reduciendo la capacidad de la sangre para transportar oxígeno (19).

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo consiste en realizar un análisis gráfico de los determinantes ambientales de la salud a los cuales se encuentra expuesta la población Canaria. Para alcanzar dicho objetivo se procede a llevar a cabo los siguientes objetivos específicos:

- Mapear para localizar, clasificar y ubicar los factores de riesgo ambientales.
- Distribuir de manera espacial distintas enfermedades y fallecimiento por diferentes causas
- Establecer una hipótesis plausible sobre la posible relación entre los factores de riesgo ambiental que suceden en las islas y las distintas patologías y causas de mortalidad que más destacan en la región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y procedimiento

Este estudio se realizó en dos fases. La primera fase consistió en la caracterización demográfica y geográfica de la población de la cohorte CDC de Canarias, evaluando la distribución heterogénea de patologías y mortalidad por isla, pueblo, y entorno rural/urbano. La segunda fase involucró una revisión bibliográfica para recopilar información existente sobre los factores de riesgo ambientales del archipiélago. En ambas fases se empleó mapeo espacial para visualizar las diferencias demográficas y de riesgo, lo que proporciona una visión integral de los factores demográficos, geográficos y ambientales clave para el estudio de la salud ambiental en la región.

Para la revisión bibliográfica, se emplearon diversas bases de datos y buscadores, tanto generales como específicos del ámbito medioambiental, incluyendo Web of Science, Google Académico, AESAN, Pubmed, ArcGIS, AQICN, InfoGME, y GRAFCAN. Se utilizaron las palabras clave "factores ambientales", "mapeado" y "mortalidad", solas o combinadas, aplicando filtros de idioma (inglés/español), publicación en los últimos 25 años y acceso libre. Se prestó especial atención a los factores de riesgo relevantes para la región canaria en sitios web especializados en monitorización. Además, los determinantes de salud y los principales factores de riesgo ambiental se georeferenciaron y visualizaron en un sistema de información geográfica (SIG), similar al proceso realizado para el mapeo de la morbimortalidad.

Población de estudio

Este estudio epidemiológico longitudinal forma parte de la cohorte "CDC de Canarias" y examina una muestra representativa de adultos entre 18 y 75 años en Canarias. Se centra en enfermedades con alta morbilidad y mortalidad en la región, como patologías cardiovasculares, diabetes mellitus y cáncer (21). Los objetivos de la cohorte incluyen investigar la incidencia y prevalencia de estas enfermedades, evaluar factores de riesgo potenciales, y establecer un banco de muestras para estudios genéticos y bioquímicos. El proyecto cuenta con la aprobación del Comité de Ética del HUNSC y ha recibido financiación regional por más de dos décadas. En 2019, se integraron datos sobre mortalidad de los informes del Instituto Nacional de Estadística al estudio.

VARIABLES ANALIZADAS:

VARIABLES RELACIONADAS CON LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Los determinantes que se han tenido en cuenta a la hora de analizar esta población han sido:

- Sexo
- Edad

- Isla de residencia
- Causa de la muerte
-

Factores de riesgo ambiental

El presente estudio examina múltiples variables relacionadas con la salud ambiental.

1. Contaminantes del aire

La información sobre los contaminantes del aire se obtuvo mediante la consulta en sitios web como ACQICN y a través de la Red de Control y Vigilancia de la Calidad del Aire, compuesta por tres redes de medición. Dos de estas redes son privadas, asociadas a fuentes de emisión y enfocadas en asegurar el cumplimiento de los objetivos de calidad del aire cerca de instalaciones industriales, mientras que la tercera es pública y está gestionada por la Viceconsejería de Lucha contra el Cambio Climático. Los detalles sobre el número y la ubicación de las estaciones de cada red se presentan en la Figura 1.



Figura 1. Mapa de situación de las estaciones de medición de contaminantes del aire de las Islas Canarias.

1.1. Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$): Estas partículas son generadas principalmente por procesos de combustión y su exposición está relacionada con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Los valores límite para las partículas PM_{10} son los siguientes:

VALOR LÍMITE DIARIO (VLD) PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA	VALOR LÍMITE ANUAL (VLA) PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ No podrán superarse en más de 35 ocasiones por año.	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 2. Valores límite establecidos para el PM_{10} según el R.D. 102/2011, de 28 de Enero, relativo a la mejora de la calidad del aire

1.2. CO: Gas que, en altas concentraciones, puede ser fatal. Incluso a niveles más bajos, puede causar daño permanente al corazón y al cerebro. Es

particularmente peligroso para personas con enfermedades cardíacas o pulmonares y para mujeres embarazadas.

VALOR LÍMITE PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA
10 mg/m ³ máximo diario de las medias móviles octohorarias.

Figura 3. Valores límite establecidos para el CO según el R.D. 102/2011, de 28 de Enero, relativo a la mejora de la calidad del aire

1.3. SO₂: Gas incoloro que se genera principalmente por la quema de combustibles fósiles. Aunque su impacto como agente contaminante ha disminuido, puede afectar la salud, especialmente en individuos sensibles como ancianos, asmáticos y personas con enfermedades broncopulmonares. Los valores límite son los siguientes:

VALOR LÍMITE HORARIO (VLH) PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA	VALOR LÍMITE DIARIO (VLD) PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA	NIVEL CRÍTICO PARA LA PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN	UMBRAL DE ALERTA
350 µg/m ³ No podrán superarse en más de 24 ocasiones por año civil	125 µg/m ³ No podrán superarse en más de 3 ocasiones por año civil	20 µg/m ³ en un año civil e invierno ⁽¹⁾	500 µg/m ³ . Valor medio en 1 hora, registrado durante 3 horas consecutivas

Figura 4. Valores límite establecidos para el SO₂ según el R.D. 102/2011, de 28 de Enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

1.4. NO₂: Gas tóxico que se libera durante la combustión de combustibles. Su exposición prolongada puede causar problemas respiratorios, especialmente en personas con asma o alergias, así como en niños y mujeres embarazadas. Los valores límite son los siguientes:

VALOR LÍMITE HORARIO (VLH) PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA	VALOR LÍMITE DIARIO (VLD) PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA	NIVEL CRÍTICO PARA LA PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN	UMBRAL DE ALERTA
200 µg/m ³ de NO ₂ No podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil	40 µg/m ³ de NO ₂	30 µg/m ³ de NO _x (1)	400 µg/m ³ de NO ₂ . Valor medio en 1 hora, registrado durante 3 horas consecutivas

Figura 5. Valores límite establecidos para el NO₂ según el R.D. 102/2011, de 28 de Enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

1.5. O₃: Compuesto gaseoso fotoquímico con alto poder oxidante. El ozono troposférico es dañino para la salud, mientras que el estratosférico es protector. Su exposición se asocia con problemas respiratorios y cardiovasculares. Los valores límite establecidos son los siguientes:

UMBRAL DE INFORMACIÓN	UMBRAL DE ALERTA	VALOR LÍMITE PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA
180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en una hora.	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en una hora (3 horas consecutivas).	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en ocho horas (25 superaciones como máximo al año, como promedio de un período de 3 años).

Figura 6. Valores límite establecidos para el O_3 según el R.D. 102/2011, de 28 de Enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

2. Contaminantes del suelo

2.1. Radón: Gas radiactivo incoloro, inodoro e insípido, proviene de la desintegración del uranio en suelo y rocas. Su inhalación daña el ADN y eleva el riesgo de cáncer de pulmón, riesgo que aumenta con el tabaquismo. La búsqueda se realizó en sitios como ArcGIS y PubMed.

3. Contaminantes del agua

3.1. Nitratos: Estos contaminantes pueden impactar negativamente la salud, particularmente en embarazadas y lactantes. Altos niveles de nitratos convierten la hemoglobina en metahemoglobina, disminuyendo su capacidad para transportar oxígeno.

Análisis estadístico

Se analizaron las frecuencias relativas de condiciones como ECV, cáncer, diabetes y mortalidad en diversas islas de Canarias usando una tabla de contingencia que resumía los datos recogidos. Las frecuencias de cada enfermedad se calcularon en porcentajes respecto al total de encuestados en cada localidad. Para determinar diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia entre las islas, se utilizó el test de Chi-cuadrado. Los valores de p obtenidos fueron inferiores a 0,05, indicando diferencias significativas en la prevalencia de estas enfermedades.

RESULTADOS

Descripción de la cohorte CDC de Canarias

La cohorte CDC de Canarias está conformada por 7.163 personas de la población general de las islas Canarias, que fueron reclutadas entre 2000 y 2005. De ellas, el 56,2% son mujeres y la edad media de la población de la cohorte es de $42,86 \pm 12,87$ años. En la Figura 7 se puede observar la distribución de la población por islas y por sexos entre islas.

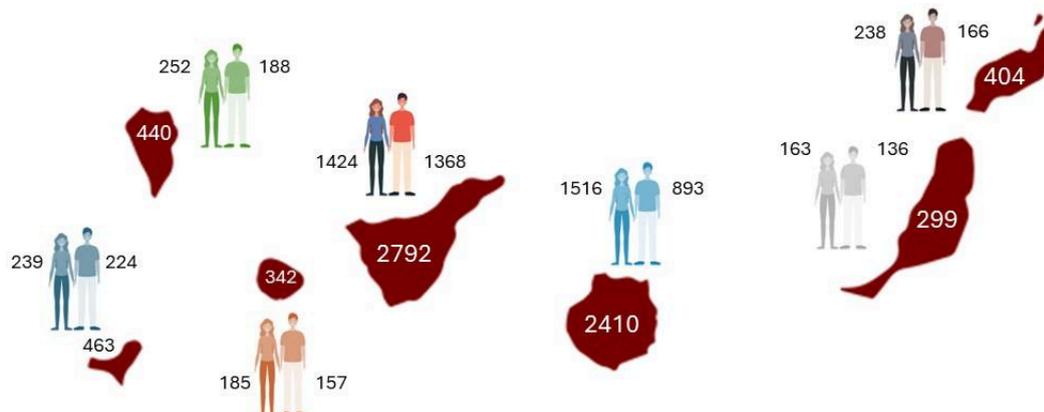


Figura 7. Distribución de la población por islas de la cohorte CDC de Canarias.

Hasta el 2019, se registraron 464 fallecimientos. La media de edad de las personas en el momento de su fallecimiento es de 69,95 años, con desviación estándar de 9,67 años. En cuanto al sexo, la diferencia entre ambos es significativa representando los hombres un 58,9% de las muertes totales y un 41,1% las mujeres. Se observa que Tenerife y Gran Canaria son las islas que poseen el mayor número de fallecidos en el periodo de tiempo estudiado.

En la Tabla 1 se observan las enfermedades más prevalentes en Canarias (ECV, cáncer y diabetes) y las causas de muerte más comunes (ECV y cáncer). Se observa que la mortalidad es más elevada en El Hierro y La Gomera.

Tabla 1. Distribución por islas de las enfermedades más prevalentes.

	n	ECV (%)	Cáncer (%)	Diabetes (%)
El Hierro	463	14,0	17,1	34,6
La Gomera	342	7,9	10,5	20,2
La Palma	440	6,6	7,7	19,5
Tenerife	2792	6,2	7,4	18,2
Gran Canaria	2410	6,6	8,0	16,7
Lanzarote	404	8,2	8,2	21,8
Fuerteventura	299	7,4	8,0	19,1
TOTAL	7150	7,1	8,5	19,1
p valor		<0,001	<0,001	<0,001

En las Tablas 2 y 3 se observa que la mortalidad es especialmente significativa para el Cáncer y ECV y que a pesar de que en el entorno urbano la prevalencia de las enfermedades es ligeramente mayor, en lo que a la mortalidad se refiere ocurre lo contrario

Tabla 2. Distribución por islas de las causas de muerte más comunes

	Mortalidad (%)	Mortalidad ECV (%)	Mortalidad cáncer (%)	Mortalidad otras (%)
El Hierro	20,3	21,3	37,2	41,5
La Gomera	9,6	24,2	54,5	21,2
La Palma	6,4	17,9	42,9	39,3
Tenerife	5,6	15,4	45,5	39,1
Gran Canaria	4,9	26,5	45,3	28,2
Lanzarote	5,0	20,0	30,0	50,0
Fuerteventura	5,4	6,3	43,8	50,0
TOTAL	6,5	20,0	43,5	36,4
p valor	<0,001		0,190	

Tabla 3. En esta tabla se muestra la diferencia que existe entre el entorno rural y el urbano.

		ECV (%)	Cáncer (%)	Diabetes (%)	Mortalidad (%)
Entorno rural	3305	7,2	8,3	19,6	7,0
Entorno urbano	3423	7,5	9,3	19,8	6,8
TOTAL	6728	7,3	8,8	19,7	6,9
p valor		0,640	0,143	0,830	0,848



Figura 8. Distribución geográfica de la población fallecida en la cohorte CDC de Canarias durante el seguimiento. Los pictogramas de color rojo se corresponden con mortalidad cardiovascular, los de color verde de mortalidad por cáncer, los de color azul de fallecimientos relacionados con el aparato respiratorio y los de color negro por otras causas diferentes a las anteriormente mencionadas.

Factores de riesgo ambiental estudiados en las Islas Canarias

1. Contaminación del aire

Se recogen valores que superan los límites establecidos en todas las islas excepto en El Hierro y la Gomera.

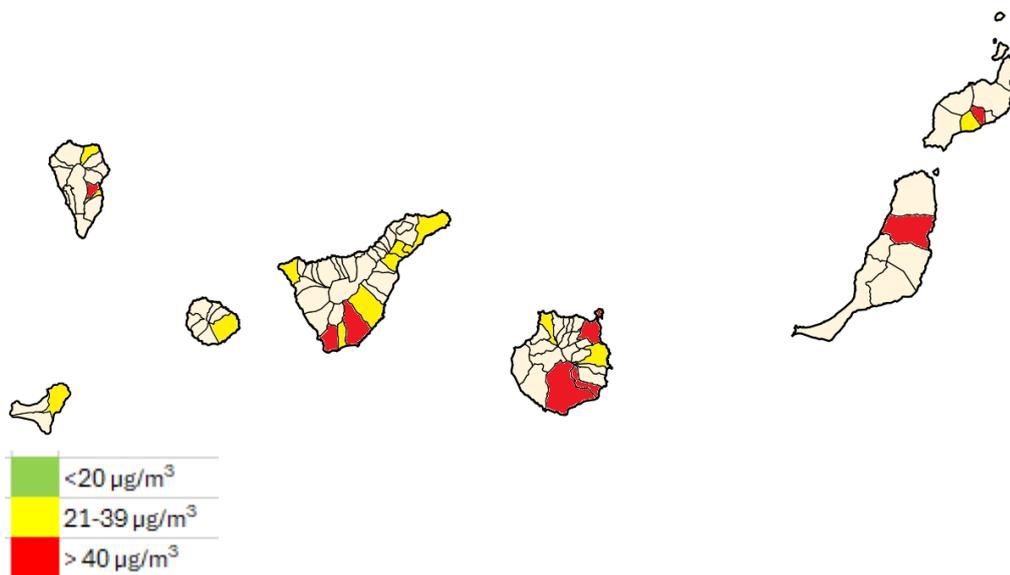


Figura 9. Niveles recogidos de PM_{10} entre 2018 y 2022.

Entre los años 2018 y 2022 no se ha registrado ninguna superación del valor límite anual ni de los límites legales establecidos para $PM_{2.5}$ en Canarias.

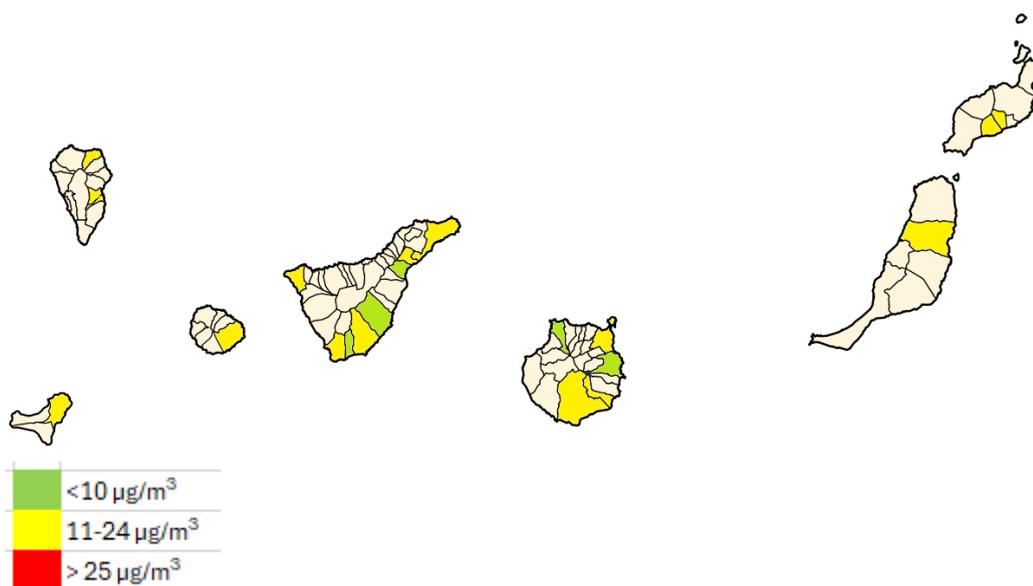


Figura 10. Niveles recogidos de $PM_{2.5}$ entre 2018 y 2022

Entre los años 2018 hasta el 2022 no se superaron los valores límite ni los límites legales establecidos para el CO en Canarias.



Figura 11. Niveles recogidos de CO entre 2018 y 2022

No se ha superado el valor límite horario ni los límites legales establecidos para dióxido de azufre en Canarias.



Figura 12. Niveles recogidos de SO₂ entre 2018 y 2022

En este caso se han registrado dos superaciones del valor límite horario en Fuerteventura y cuatro en Tenerife.

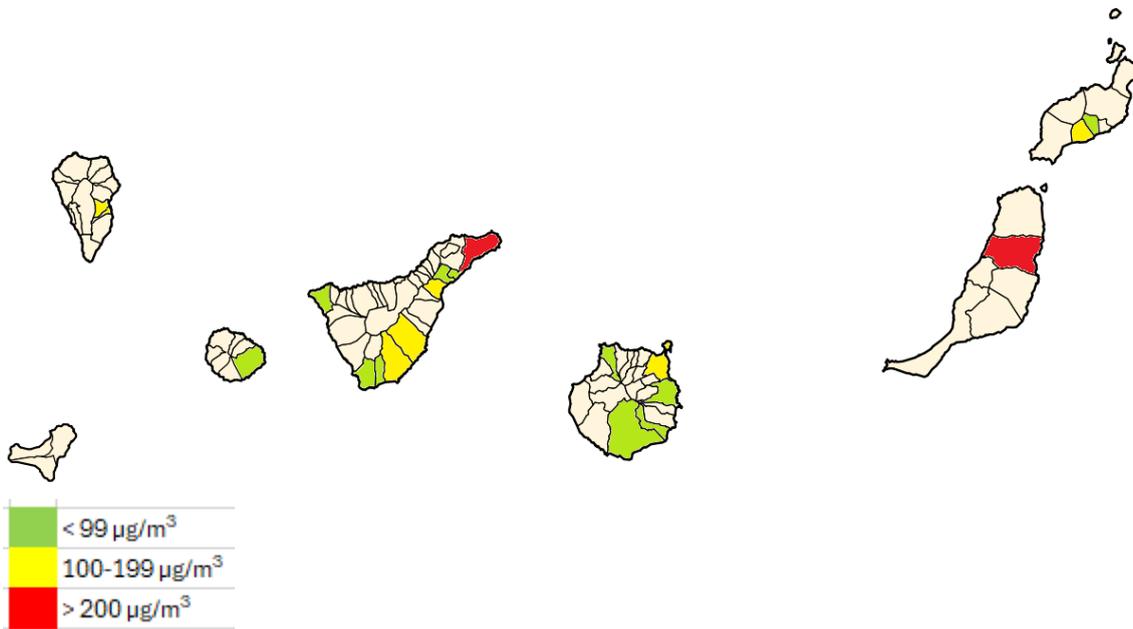


Figura 13. Niveles recogidos de NO₂ entre 2018 y 2022

El valor de O₃ es elevado en todas las islas, aun así solo llega a sobrepasar el límite en Tenerife y una pequeña parte de Gran Canaria y Tenerife.



Figura 14. Valores registrados de O₃. Niveles recogidos de O₃ entre 2018 y 2022.

2. Contaminación del suelo

Los niveles de radón varían significativamente a nivel nacional, pudiendo encontrarse niveles elevados en cualquier lugar y tipo de vivienda, nuevas o antiguas, con buena ventilación o cerradas, con o sin sótanos.

En la Figura 15, se aprecia que las islas capitalinas son las que poseen una concentración de radón más elevada. Las áreas más afectadas se concentran principalmente en el centro y noroeste de Tenerife y en el centro y sur de Gran Canaria, donde el nivel de radón supera los 400 Bq/m³.

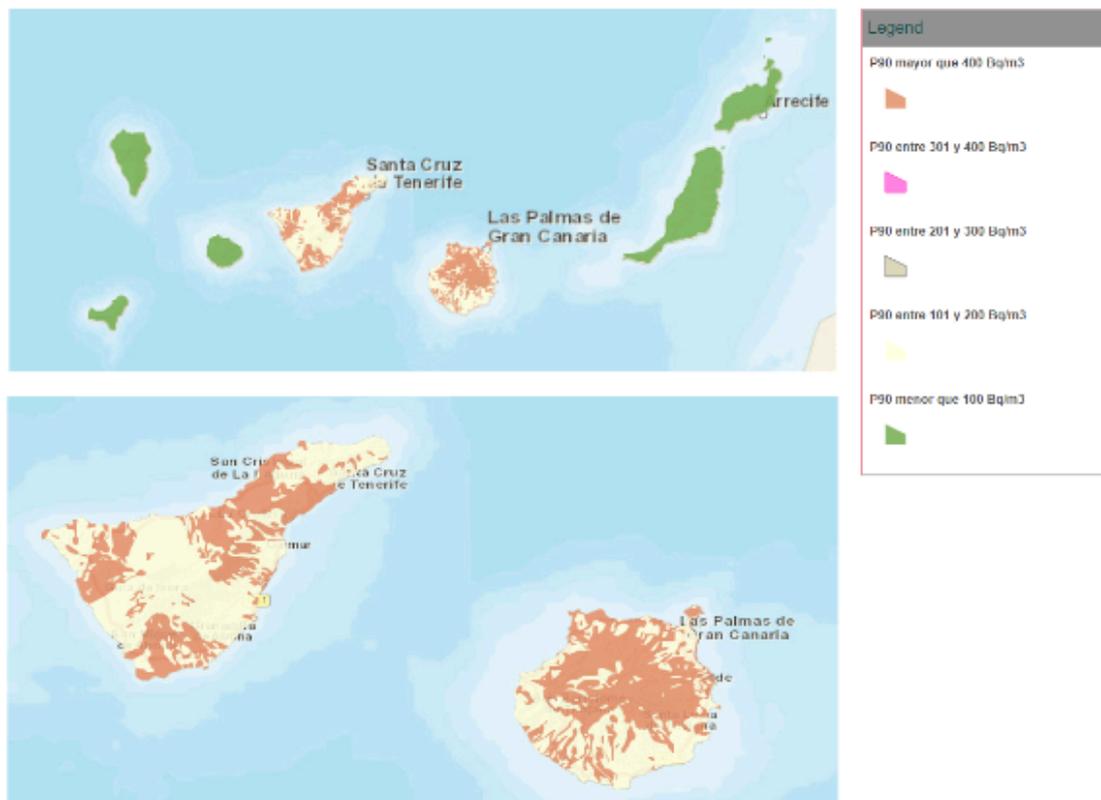


Figura 15. Mapa del potencial de radón en España (Islas Canarias)

3. Contaminación del agua

Se destacan los nitratos entre los contaminantes del agua. La Figura 16 muestra un mapa del contenido de nitrato en el agua de Canarias, obtenido por la Red Ciudadana de Vigilancia de la Contaminación del Agua por Nitratos. Las mediciones recientes abarcan agua de grifo, superficial y subterránea, como indica la leyenda.

En Tenerife, zonas como La Laguna y La Orotava muestran niveles significativos y altos de contaminación. En Gran Canaria, áreas cerca de Santa Brígida presentan alta contaminación.

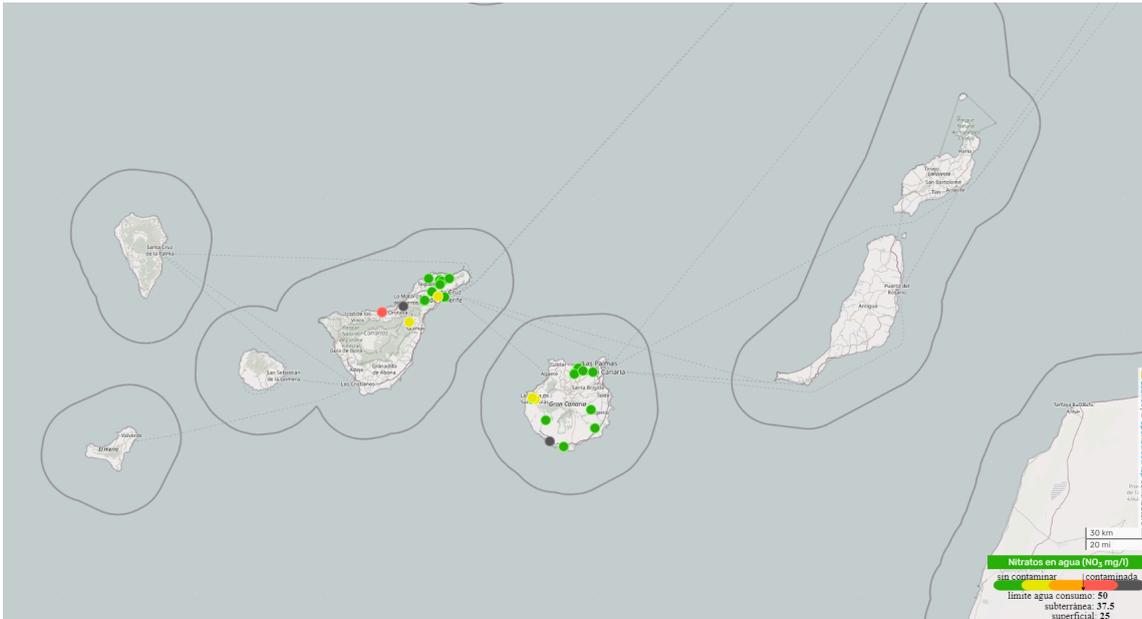


Figura 16. Mediciones realizadas por la Red Ciudadana de Vigilancia de la Contaminación del Agua por Nitratos. Los niveles de nitrato (NO_3^-), expresados en miligramos por litro (mg/L), se visualizan con una escala de colores que refleja el grado de contaminación: Verde: No contaminada (0-10 mg/L); Amarillo: Niveles moderados de contaminación (10-25 mg/L); Naranja: Contaminación significativa (25-50 mg/L); Rojo: Altamente contaminada (>50 mg/L).

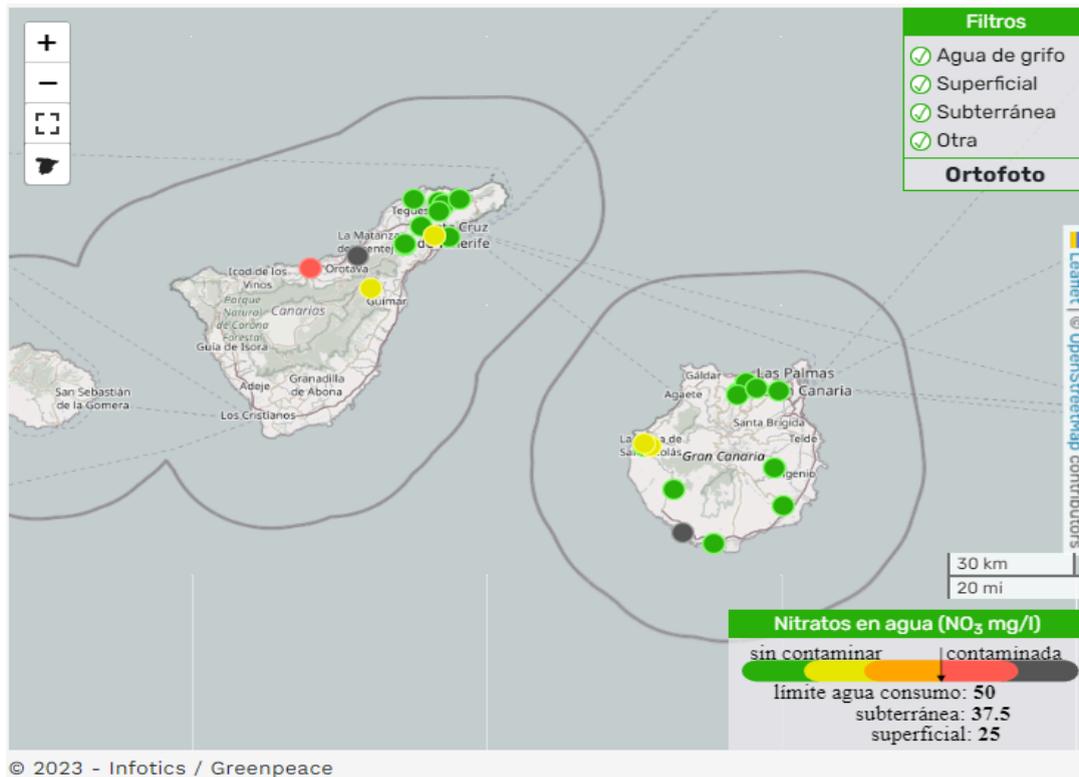


Figura 17. Mediciones realizadas por la Red Ciudadana de Vigilancia de la Contaminación del Agua por Nitratos.

La Figura 18 ilustra las áreas en las Islas Canarias con concentraciones significativas de nitrato en aguas subterráneas. Las zonas en rojo muestran áreas bajo ciertas cotas con alta contaminación por nitratos. No se observa distribución significativa de nitrato en Lanzarote y Fuerteventura. En Gran Canaria, las áreas afectadas están por debajo de la cota 300, mientras que en La Palma y La Gomera están por debajo de la cota 200. En Tenerife, las zonas afectadas también están por debajo de la cota 300. Estas áreas son vulnerables, es decir, superficies cuya escorrentía o filtración puede aumentar la contaminación de las aguas por nitratos de la actividad agraria a más de 50 mg/L de agua (22).

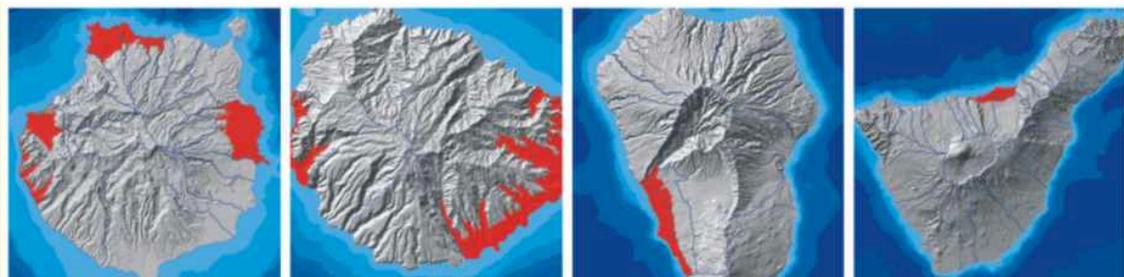


Figura 18. Zonas vulnerables en Canarias. (Contaminación por nitratos). Gobiernodecanarias.

DISCUSIÓN:

Considerando el factor insular de Las islas Canarias, junto con su proximidad a África y sus condiciones meteorológicas particulares, se genera un entorno que incide en la calidad del aire, proporcionando a los investigadores la oportunidad de analizar los efectos agudos de los contaminantes atmosféricos en la mortalidad diaria (23).

El material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), una mezcla compleja de componentes con características químicas y físicas diversas. Sus posibles efectos sobre la salud varían en función del tamaño y la composición que posee efectos variables en la salud según su tamaño y composición, pudiendo ser primario o secundario (10). El tráfico rodado es la principal fuente de emisiones, tanto directas desde los vehículos como por la suspensión de materiales en el pavimento aunque también proviene de origen natural. En Canarias, las intrusiones de polvo africano, conocidas como calimas, constituyen una fuente significativa de material particulado, tanto es así que existe una diferencia significativa en cuanto a la calidad del aire, pues en los días de calima esta se ve gravemente afectada mientras que en los días más lluviosos ocurre lo contrario. Como se puede comprobar Gran Canaria es la isla que se ve más perjudicada por este contaminante (Figura 9), por lo que tiene sentido que sea la que tenga una mayor incidencia de muertes relacionadas con eventos cardíacos (Tabla 2, Figura 8).

El $PM_{2.5}$ no sobrepasa el valor límite aunque sí está presente en la mayoría de las islas (Figura 10) lo que puede relacionarse con múltiples enfermedades como el autismo, fallos del sistema cardiovascular, ictus, enfermedades renales y cáncer

El CO es un contaminante primario que se ha visto reducido en los últimos años, en los que no se han alcanzado concentraciones elevadas (Figura 11), aun así y aunque en menor medida el CO junto con el PM_{10} y el O_3 influyen en que la población de Gran Canaria se vea perjudicada por problemas cardíacos.

El SO_2 se origina por la combustión de carburantes y la fundición de minerales Y aunque en los datos recogidos podemos observar que su presencia no es demasiado elevada, en Tenerife cobra cierta importancia debido a que estos niveles de SO_2 junto a la presencia de otros contaminantes explican que en Tenerife exista una alta prevalencia de enfermedades y en consecuencia muertes por problemas respiratorios como puede ser asma o cáncer en distintos niveles del aparato respiratorio (Tabla 2), (Figura 12), hecho que se hace aún más notable en la población más vulnerable.

Por otro lado tenemos el NO_2 cuya emisión proviene directamente de los vehículos aunque también se genera en la atmósfera mediante la oxidación del monóxido de nitrógeno. Los valores límites del NO_2 se ven superados en Fuerteventura, Lanzarote y especialmente en Tenerife (Figura 13), lo que se traduce en un aumento de problemas respiratorios, que nuevamente afecta más a población vulnerable, como mujeres embarazadas o bebés, que con una exposición a concentraciones no necesariamente altas presentan daños notables, además se ha observado una correlación positiva entre los niveles de NO_2 e IRA (25)

El O₃ se configura como un contaminante secundario, generado a partir de diversos contaminantes primarios o precursores (24) El valor de O₃ es elevado en todas las islas (Figura 14), y especialmente en las islas capitalinas lo que junto a los contaminantes anteriores corrobora la alta prevalencia de problemas respiratorios en Tenerife, y los problemas cardíaco en Gran Canaria convirtiéndose en la isla con mayor portabilidad de morir a causa de ECV.

En cuanto a los contaminantes del suelo destaca el radón que se produce a partir de la desintegración radiactiva natural del Uranio, presente de forma natural en los suelos y las rocas y aguas (16), como bien se puede observar en el mapa (Figura 15) la concentración de radón, es especialmente alta en Gran Canaria y Tenerife, lo que se traduce en que, junto con los factores comentados anteriormente, estas islas y en mayor medida Tenerife exista una gran incidencia de muertes por cáncer de pulmón.

En lo que a contaminantes que afectan a nuestras aguas, resalta la concentración de nitratos que junto a los nitritos son especies iónicas naturales que forman parte del ciclo de nitrógeno de la tierra (26) se observa una concentración más significativa en zonas de Tenerife y Gran Canaria con mayor actividad agrícola/ ganadera (Figura 17) además existen unas zonas más vulnerables (Figura 18) a las que se debe prestar especial atención. Es muy importante llevar un control sobre los nitratos, aún más si tenemos en cuenta que en España el 11% de las aguas analizadas entre los años 2020 y 2022 estaban contaminadas por nitratos (27)

Se debe mejorar la vigilancia ambiental, esto se puede conseguir mediante; expansión geográfica, inclusión de nuevos contaminantes relevantes, adopción de tecnologías avanzadas de medición, modelización y satélites, así como la incorporación de nuevas funcionalidades y mejoras en los sensores disponibles (28).

Limitaciones:

Al no disponer de datos propios se hace uso de gráficos basados en datos ya recogidos con anterioridad.

Perspectivas de futuro:

Disponemos de suficientes datos para realizar un análisis más profundo. A corto plazo, considerando toda esta información, es posible efectuar mediciones en humanos mediante muestras de sangre para obtener información adicional. Además, realizar mediciones ambientales propias enriquecerá significativamente el estudio.

CONCLUSIONES

- Tenerife y Gran Canaria son las islas más afectadas, principalmente por ser las de mayor dimensión, con más habitantes y tránsito de personas además de ser las más industrializadas, y como el resto de islas se ven afectadas por su cercanía a África y las condiciones meteorológicas únicas.
- Los niveles de NO₂ superan los límites en Fuerteventura, Lanzarote y Tenerife, exacerbando problemas respiratorios en grupos vulnerables. El ozono, también elevado en todas las islas, agrava los problemas respiratorios y cardíacos.
- Elevadas concentraciones de radón en Gran Canaria y Tenerife, resultado de la desintegración de uranio en suelos y rocas, podrían estar relacionadas con un aumento en el cáncer de pulmón.
- El conjunto de los factores ambientales mencionados a lo largo del trabajo dan como resultado que Gran Canaria sea la Isla que presente más problemas cardíacos y Tenerife más problemas respiratorios.
- Es crucial expandir la vigilancia ambiental, incluyendo más contaminantes relevantes, utilizando tecnologías avanzadas de medición y modelización, y mejorando la funcionalidad de los sensores existentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Salud y Medio Ambiente [Internet]. Gob.es. [citado el 8 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/home2.htm>
2. Vargas Marcos F. La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. Rev Esp Salud Publica [Internet]. 2005 [citado el 8 de mayo de 2024];79(2):117–27. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-5727200500020001
3. Scientists A. La Contaminación del Aire y Su Salud [Internet]. National Institute of Environmental Health Sciences. [citado el 8 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/enfermedades/contaminacion>
4. Lelieveld J, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Haines A, Münzel T. Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. Cardiovasc Res [Internet]. 2020 [citado el 8 de mayo de 2024];116(11):1910–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32123898/>
5. Portal de Calidad del aire [Internet]. Madrid.es. [citado el 8 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://airedemadrid.madrid.es/portales/calidadaire/es/Contaminacion-atmosfera/Contaminantes/Particulas-en-suspension-PM10-y-PM2-5-/?vgnnextfmt=default&vgnnextchannel=684e471c5c503710VgnVCM1000008a4a900aRCR>
6. Bañeras J, Iglesias-Grau J, Téllez-Plaza M, Arrarte V, Báez-Ferrer N, Benito B, et al. Medioambiente y salud cardiovascular: causas, consecuencias y oportunidades en prevención y tratamiento. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2022 [citado el 8 de mayo de 2024];75(12):1050–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2022.05.022>
7. Resumen de Salud Pública: Monóxido de Carbono (Carbon Monoxide) [Internet]. Cdc.gov. 2021 [citado el 8 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.html
8. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud [Internet]. Who.int. [citado el 8 de mayo de 2024]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
9. Epidemiología 3. 1. 3. EFECTOS DEL SO2 EN LA SALUD DE LAS PERSONAS [Internet]. Gob.cl. [citado el 8 de mayo de 2024]. Disponible en: https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/VI_Efectos_del_SO2_en_la_salud_de_las_personas.pdf

10. Types of pollutants [Internet]. Who.int. [citado el 8 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants>
11. Garamendi González PM, Sánchez de León Robles MS. Mortalidad asociada con la contaminación atmosférica por SO₂: A propósito de un caso de autopsia médico legal tras un episodio de polución atmosférica. Cuad Med Forense [Internet]. 2003 [citado el 8 de mayo de 2024];(33):43–56. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062003000300005
12. de la Medida Info R y D. IMPACTO SOBRE LA SALUD DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA [Internet]. Gob.es. [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/PLAN_AIRE_Medida_5_19_12_27.pdf
13. Silva B. Los peligros del NO₂ en la calidad del aire [Internet]. ITG Market Partner WELL en España. ITG Entidad Well España; 2021 [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://wellservices.itg.es/2021/02/25/los-peligros-del-no2-en-la-calidad-del-aire/>
14. contaminación aire dos primeros años vida peor capacidad atención niños [Internet]. ISGLOBAL. [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.isglobal.org/-/contaminacion-aire-dos-primeros-anos-vida-peor-capacidad-atencion-ninos>
15. La exposición a largo plazo al ozono aumenta las muertes por enfermedades respiratorias y cardiovasculares [Internet]. ISGLOBAL. [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.isglobal.org/-/long-term-exposure-to-ozone-may-increase-lung-and-cardiovascular-deaths>
16. El radón y sus efectos en la salud [Internet]. Who.int. [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health>
17. Escalona LP, Roque YV, Riumbau MAS, Roque YV. El radón, segunda causa del cáncer de pulmón [Internet]. Medigraphic.com. [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cubaysalud/pcs-2018/pcss181ar.pdf>
18. Radón y cáncer [Internet]. Cancer.gov. 2011 [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/radon/hoja-informativa-radon>

19. [Gobiernodecanarias.org](https://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/docs/agricultura/nitratos/Triptico_nitratos_interior.jpg). [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/docs/agricultura/nitratos/Triptico_nitratos_interior.jpg
20. de Seguridad Alimentaria y Nutrición S, de referencia: AECOSAN- N. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en relación con los riesgos microbiológicos asociados al consumo de determinados alimentos por mujeres embarazadas [Internet]. Gob.es. [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/MICROBIOLOGICOS_GESTANTES.pdf
21. Cabrera de León A, Rodríguez Pérez M del C, Almeida González D, Domínguez Coello S, Aguirre Jaime A, Brito Díaz B, et al. Presentación de la cohorte “CDC de Canarias”: objetivos, diseño y resultados preliminares. Rev Esp Salud Publica [Internet]. 2008 [citado el 9 de mayo de 2024];82(5):519–34. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-5727200800050007
22. Contaminación por nitratos de origen agrario [Internet]. Gobiernodecanarias.org. [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/temas/contaminacion_nitratos/
23. López-Villarrubia E, Ballester F, Iñiguez C, Peral N. Air pollution and mortality in the Canary Islands: a time-series analysis. Environ Health [Internet]. 2010 [citado el 9 de mayo de 2024];9(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20152037/>
24. Gobiernodecanarias.org. [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www3.gobiernodecanarias.org/medioambiente/calidaddelaire/documento_s/Informe%20Calidad%20del%20Aire%20Canarias_2022.pdf
25. González Pannia P, Torres FA, Ossorio MF, Rodriguez Tablado M, Esteban S, Abrutzky R, et al. Impacto de la contaminación ambiental en las consultas por enfermedad respiratoria en niños menores de 2 años. Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba [Internet]. 2023 [citado el 9 de mayo de 2024];80(1):11–9. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/med/article/view/36868>
26. Resumen de Salud Pública: Nitrato y Nitrito (Nitrate/Nitrite) [Internet]. Cdc.gov. 2021 [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs204.html
27. Rejón R. Más de 200.000 personas tienen el agua del grifo contaminada por restos agrícolas y ganaderos [Internet]. elDiario.es. 2024 [citado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.eldiario.es/sociedad/200-000-personas-agua-grifo-contaminada-restos-agricolas-ganaderos_1_10986497.html

28. de los Diputados (Oficina C) O de C y. T del C. Calidad del aire: avances y mejores prácticas [Internet]. Oficina C; 2023. Disponible en: https://oficinac.es/sites/default/files/informes/OFICINAC_Calidad-del-aire_20231214_web.pdf

ANEXO:

En estas tablas se representan los valores de PM10 y en rojo aparecen los que superan los límites establecidos.

Partículas PM ₁₀					
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios validos (%)	Valor máximo diario (µg/m ³)	Nº sup. diarias	Valor medio anual (µg/m ³)
ES0501	Jinámar fase 3	97,8%	636	49	41
	Mercado Central	93,6%	506	48	41
	Nestor Alamo	10,6%	97	4	31
	San Nicolás	83,2%	550	37	36
ES0504	Arrecife	97,0%	612	53	39
	Casa Palacio	94,8%	929	64	44
	Centro de Arte	96,5%	548	46	36
	Ciudad Deportiva	94,6%	783	46	38
	Costa Tegulise	90,2%	551	29	33
	El Charco	93,8%	1055	67	50
	Las Caletas	96,4%	565	43	36
	Parque de la Piedra	97,2%	1008	53	42
	Tefia	95,2%	533	65	43
	ES0508	Echedo	88,2%	563	36
El Pilar		95,5%	451	44	36

Partículas PM ₁₀					
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios validos (%)	Valor máximo diario (µg/m ³)	Nº sup. diarias	Valor medio anual (µg/m ³)
	La Grama	95,3%	488	51	41
	Las Balsas	93,5%	434	46	34
	Las Galanas	99,0%	607	37	30
	Residencia Escolar	95,4%	613	39	32
	San Antonio	94,3%	651	41	31
ES0509	Polideportivo Afonso	92,3%	609	33	30
ES0510	Agüimes	95,0%	689	50	38
	Castillo del Romeral	96,3%	784	72	45
	ITC	94,2%	762	69	48
	La Loma	96,2%	762	51	43
	Parque de San Juan	90,5%	713	44	38
	Pedro Lezcano	97,8%	658	46	36
ES0511	San Agustín	93,9%	872	82	54
	Casa Cuna	94,4%	535	62	41
	Depósito Tristán	94,1%	347	43	29
	García Escámez	94,7%	353	35	25
	Parque de la Granja	82,1%	473	41	34
	Piscina Municipal	94,5%	555	42	38
	Tena Artigas	95,8%	489	44	34
	Tío Pino	95,4%	411	44	31
	Tome Cano	43,9%	162	14	28
Vuelta Los Pájaros	96,6%	543	51	39	
ES0512	Balsa de Zamora	98,0%	515	47	35
ES0513	Barranco Hondo	97,8%	448	46	33
	Buzanada	96,8%	475	44	41
	Caletillas	98,2%	343	57	36
	Depósito La Guancha	97,7%	409	44	31
	El Río	97,0%	483	47	36
	Galletas	96,0%	533	66	47
	Granadilla	98,1%	534	51	38
	Igüeste	97,8%	427	45	33
	La Hidalga	96,5%	397	63	40
	Médano	98,4%	596	65	46
	San Isidro	97,8%	551	60	46
Tajao	97,2%	582	50	42	

En estas tablas se representan los valores de PM2.5 y en rojo aparecen los que superan los límites establecidos.

Partículas PM _{2.5}			
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios válidos (%)	Valor medio anual (µg/m ³)
ES0501	Jinámar fase 3	97,9%	6,6
	Mercado Central	93,0%	11
	San Nicolás	85,0%	14
ES0504	Arrecife	93,6%	11
	Casa Palacio	94,8%	14
	Centro de Arte	90,7%	6,9
	Ciudad Deportiva	94,3%	11
	Costa Tegulise	90,2%	11
	El Charco	94,2%	13
	Las Caletas	95,6%	8,1
	Parque de la Piedra	95,2%	8,5
ES0508	El Pilar	95,6%	8,6
	La Grama	96,7%	9,8
	Las Galanas	99,3%	12
	San Antonio	93,9%	10
ES0509	Polideportivo Afonso	97,2%	9
ES0510	Agüimes	96,6%	10
	Castillo del Romeral	96,1%	8,8
	ITC	87,7%	12
	La Loma	96,1%	6,9
	Parque de San Juan	89,4%	10
	Pedro Lezcano	90,4%	12
	San Agustín	96,3%	11
ES0511	Casa Cuna	94,4%	11

Partículas PM _{2.5}			
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios válidos (%)	Valor medio anual (µg/m ³)
	Depósito Tristán	96,9%	13
	García Escámez	94,1%	13
	Parque de la Granja	93,5%	17
	Piscina Municipal	72,2%	13
	Tena Artigas	74,4%	14
	Tome Cano	53,6%	7,3
	Vuelta Los Pájaros	90,6%	10
ES0512	Balsa de Zamora	98,2%	12
ES0513	Barranco Hondo	98,0%	12
	Buzanada	97,5%	14
	Caletillas	95,8%	13
	Depósito La Guancha	97,4%	12
	El Río	79,4%	9,8
	Galletas	96,2%	8,8
	Granadilla	98,4%	12
	Iguete	96,1%	8,3
	La Hidaiga	96,0%	12
	Médano	98,4%	11
	San Isidro	96,8%	9,8
Tajao	97,8%	9,6	

En esta tabla se representan los valores de CO y en rojo aparecen los que superan los límites establecidos.

Monóxido de carbono (CO)				
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios válidos (%)	Valor media octohorario (mg/m ³)	Valor máximo octohorario (mg/m ³)
ES0501	Jinámar fase 3	81,8%	0,4	1,5
	Mercado Central	83,7%	0,4	2,1
	San Nicolás	97,3%	0,2	1,0
ES0504	Arrecife	98,0%	0,4	1,2
	Casa Palacio	94,9%	0,6	1,3
	Centro de Arte	97,7%	0,4	0,4
	Costa Tegulise	90,1%	0,5	2,8
	El Charco	97,7%	0,4	0,7
	Las Caletas	96,9%	0,2	1,0
	Parque de la Piedra	97,7%	0,4	1,0
ES0508	El Pilar	97,0%	0,4	0,7
	La Grama	97,6%	0,2	0,5
	Las Galanas	99,3%	0,4	0,6
	San Antonio	94,1%	0,5	0,9
ES0510	Castillo del Romeral	98,1%	0,6	4,5
	La Loma	98,6%	0,4	0,4
	Parque de San Juan	95,5%	0,1	0,3
	Pedro Lezcano	98,8%	0,4	0,8
ES0511	Casa Cuna	97,0%	0,4	1,0
	Depósito Tristán	96,4%	0,3	1,6
	García Escámez	96,4%	0,2	1,7
	Parque de la Granja	96,0%	0,3	1,9
	Piscina Municipal	2,8%	0,7	1,0
	Vuelta Los Pájaros	97,3%	0,4	2,6
ES0512	Balsa de Zamora	2,6%	0,6	0,7
ES0513	Barranco Hondo	99,2%	0,6	1,3
	Caletillas	99,1%	0,4	0,9
	Depósito La Guancha	98,4%	0,5	1,6
	Iguste	98,7%	0,4	1,5
	La Hidalga	83,1%	0,3	0,7
	Médano	98,3%	0,5	1,8

En estas tablas se representan los valores de NO₂ y en rojo aparecen los que superan los límites establecidos.

Dióxido de azufre (SO ₂)						
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios validos (%)	Valor máximo horario (µg/m ³)	P _{95,75} (µg/m ³)	Datos diarios validos (%)	P _{95,2} (µg/m ³)
ES0501	Jinámar fase 3	81,4%	12	11	80,3%	11
	Mercado Central	96,6%	45	20	96,2%	16
	Nestor Alamo	91,2%	8	7	92,1%	5,6
	San Nicolás	97,3%	21	15	98,1%	13
ES0504	Arrecife	98,1%	83	45	98,9%	16
	Casa Palacio	96,5%	63	60	97,3%	25
	Centro de Arte	97,0%	51	9	97,5%	5,7
	Ciudad Deportiva	95,1%	56	22	95,1%	15
	Costa Teguiise	90,2%	25	13	91,0%	12
	Ed. Polivalente	92,3%	140	68	92,1%	15
	El Charco	97,2%	30	21	98,1%	18
	Las Caletas	96,9%	35	21	97,8%	12
	Parque de la Piedra	97,4%	14	8	97,8%	5,7
ES0508	Centro de Visitantes	99,3%	28	15,9	99,7%	11
	El Pilar	96,9%	48	14	97,3%	8,7
	La Grama	97,5%	88	20	97,8%	9,4
	Las Galanas	98,6%	43	19	98,9%	15
	Residencia Escolar	97,1%	13	5	97,0%	4
	San Antonio	94,3%	79	30	93,4%	14
ES0509	Polideportivo Alfonso	97,2%	4	3	97,8%	1,9
ES0510	Agüimes	98,2%	9	8	98,9%	7,3
	Castillo del Romeral	98,0%	8	4	98,4%	4,1
	ITC	96,3%	11	8	96,4%	8
	La Loma	98,2%	27	11	98,6%	8,6
	Parque de San Juan	91,0%	27	18	90,7%	11
	Pedro Lezcano	98,3%	15	6	98,6%	5,3
	San Agustín	98,0%	23	4	98,1%	4,1

Dióxido de azufre (SO ₂)						
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios validos (%)	Valor máximo horario (µg/m ³)	P _{95,75} (µg/m ³)	Datos diarios validos (%)	P _{95,2} (µg/m ³)
ES0511	Casa Cuna	96,8%	53	23	97,8%	16
	Depósito Tristán	96,5%	33	14	97,5%	9,6
	García Escámez	95,5%	53	42	96,4%	27
	Parque de la Granja	93,6%	135	55	92,9%	30
	Piscina Municipal	98,5%	30	16	99,2%	12
	Tena Artigas	75,7%	40	38	75,6%	29
	Tío Pino	70,9%	44	18	69,9%	11
	Tome Cano	46,5%	32	10	46,6%	8,7
	Vuelta Los Pájaros	97,1%	37	22	98,4%	15
ES0512	Balsa de Zamora	97,5%	20	13	97,5%	12
ES0513	Barranco Hondo	99,2%	13	7,6	99,5%	6,8
	Buzanada	98,5%	12	10	98,6%	8,8
	Caletillas	99,0%	13	9,5	98,9%	8,4
	Depósito La Guancha	99,0%	15	11,8	98,9%	10
	El Río	81,6%	88	84	81,6%	13
	Galletas	98,6%	19	12,3	98,9%	8,7
	Granadilla	98,8%	18	10,9	99,2%	9,8
	Igüeste	98,7%	21	16,1	98,4%	14
	La Hidalga	97,6%	40	14	98,9%	12
	Médano	98,5%	19	11,5	98,6%	7,6
	San Isidro	98,5%	23	10,6	99,2%	9,3
Tajao	98,4%	52	10,5	99,2%	8,2	

En estas tablas se representan los valores de NO₂ y en rojo aparecen los que superan los límites establecidos.

Dióxido de nitrógeno (NO ₂)					
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios validos (%)	Valor máximo horario (µg/m ³)	P _{95,75} (µg/m ³)	Valor medio anual (µg/m ³)
ES0501	Jinámar fase 3	81,6%	83	65	12
	Mercado Central	97,0%	99	87	18
	Nestor Alamo	98,4%	86	70	13
	San Nicolás	96,8%	122	70	14
ES0504	Arrecife	98,0%	110	84	9,6
	Casa Palacio	92,7%	100	76	14
	Centro de Arte	95,5%	118	80	15
	Ciudad Deportiva	95,8%	106	78	8,1
	Costa Teguise	90,2%	77	33	6,6
	Ed. Polivalente	95,3%	289	145	15
	El Charco	97,4%	167	53	7,7
	Las Caletas	97,0%	69	42	6,6
	Parque de la Piedra	97,5%	87	67	9,3
ES0508	El Pilar	96,8%	111	87	13
	La Grama	96,9%	102	80	12
	Las Galanas	99,3%	137	107	15
	Residencia Escolar	97,0%	53	46	4,9
	San Antonio	94,4%	145	61	13
ES0509	Polideportivo Afonso	94,2%	98	43	5
ES0510	Agüimes	98,2%	67	49	8,4
	Castillo del Romeral	98,1%	76	49	8,8
	ITC	96,6%	56	39	7,8
	La Loma	98,5%	72	58	9,3
	Parque de San Juan	95,6%	83	50	8,7
	Pedro Lezcano	98,7%	88	71	13
	San Agustín	98,2%	81	69	14

Dióxido de nitrógeno (NO ₂)					
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios validos (%)	Valor máximo horario (µg/m ³)	P _{95,75} (µg/m ³)	Valor medio anual (µg/m ³)
ES0511	Casa Cuna	97,0%	131	94	20
	Depósito Tristán	95,3%	90	70	9,4
	García Escámez	96,1%	98	73	15
	Parque de la Granja	93,1%	107	78	11
	Piscina Municipal	93,2%	289	98	20
	Tena Artigas	82,4%	123	76	11
	Tome Cano	67,7%	133	84	12
	Vuelta Los Pájaros	97,1%	102	76	13
ES0512	Balsa de Zamora	98,2%	98	78	7,3
ES0513	Barranco Hondo	99,1%	44	29	5,9
	Buzanada	98,6%	54	35	7,9
	Caletillas	99,3%	110	71	13
	Depósito La Guancha	99,3%	59	42	7,7
	El Río	81,6%	95	71	7,2
	Galletas	98,8%	100	72	12
	Granadilla	99,3%	96	57	9,2
	Igueste	98,8%	49	30	5,2
	La Hidalga	97,3%	41	24	3,4
	Médano	99,3%	94	68	12
	San Isidro	98,7%	93	68	10
	Tajao	97,7%	199	105	10

En estas tablas se representan los valores de O₃ y en rojo aparecen los que superan los límites establecidos.

Ozono (O ₃)					
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios validos (%)	Valor máximo horario (µg/m ³)	P _{95,3} (µg/m ³)	Valor máximo octohorario (µg/m ³)
ES0501	Jinámar fase 3	98,8%	144	92	107
	Mercado Central	84,0%	98	75	98
	Nestor Alamo	98,1%	112	91	104
	San Nicolás	97,1%	165	94	125
ES0504	Arrecife	98,0%	117	96	114
	Casa Palacio	97,6%	118	95	117
	Centro de Arte	97,7%	114	89	105
	Ciudad Deportiva	95,8%	148	94	113
	Costa Tegulise	89,7%	117	94	110
	El Charco	97,6%	120	92	117
	Las Caletas	96,7%	117	97	114
	Parque de la Piedra	94,4%	123	96	116
	Tefía	98,6%	110	94	106
	ES0508	Echedo	94,9%	123	95
El Pilar		96,9%	149	97	108

Ozono (O ₃)					
ZONA	ESTACIONES	Datos horarios validos (%)	Valor máximo horario (µg/m ³)	P _{95,3} (µg/m ³)	Valor máximo octohorario (µg/m ³)
	La Grama	96,9%	116	86	109
	Las Balsas	96,9%	130	97	115
	Las Galanas	99,1%	132	96	110
	Residencia Escolar	88,9%	111	80	104
	San Antonio	94,1%	119	92	103
ES0509	Polideportivo Afonso	94,1%	106	90	103
ES0510	Agüimes	98,1%	108	79	103
	Castillo del Romeral	98,0%	124	99	117
	ITC	96,4%	103	87	98
	La Loma	98,2%	118	96	110
	Parque de San Juan	96,1%	120	78	118
	Pedro Lezcano	98,5%	110	92	103
ES0511	San Agustín	98,0%	114	85	107
	Casa Cuna	97,0%	118	85	113
	Depósito Tristán	95,8%	114	87	98
	García Escámez	96,4%	102	86	97
	Parque de la Granja	97,6%	106	86	101
	Piscina Municipal	97,7%	112	91	107
	Tena Artigas	82,8%	126	99	120
	Tío Pino	96,9%	116	91	108
ES0512	Tome Cano	70,4%	116	93	100
	Vuelta Los Pájaros	95,8%	140	98	128
ES0513	Balsa de Zamora	96,1%	105	78	91
	Barranco Hondo	99,2%	115	89	109
	Buzanada	98,7%	130	105	119
	Caletillas	79,6%	115	90	107
	Depósito La Guancha	98,4%	115	94	111
	El Río	98,2%	131	97	120
	Galletas	98,1%	105	87	99
	Igüeste	97,2%	125	95	109
La Hidalga	96,2%	130	99	119	